

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL627511551US

Applicant(s): Esko NIEMINEN

Serial No.: 0 /

Filed: Herewith

For: METHOD AND ARRANGEMENT FOR DECODING CONVOLUTIONALLY  
ENCODED CODE WORD

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231



TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland  
Application Number : 20010147  
Filing Date : January 24, 2001

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

Customer No.: 2512

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 26.11.2001

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Espoo

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20010147

Tekemispäivä  
Filing date

24.01.2001

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja järjestely konvoluutiokoodatun koodisanan dekodeeraamiseksi"

Hakemus on hakemusdiaariin 26.11.2001 tehdyn merkinnän mukaan siirtynyt Nokia Corporation nimiselle yhtiölle, Helsinki.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 26.11.2001 been assigned to Nokia Corporation, Helsinki.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1782/1995 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1782/1995 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

## Menetelmä ja järjestely konvoluutiokoodatun koodisanan de- koodaamiseksi

### Keksinnön ala

- 5 Keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestely turbokoodatun koodisanan de-  
koodaamiseksi. Keksintö liittyy erityisesti terminointibittejä käsittä-  
vän koodin dekodaukseen.

### Keksinnön tausta

- 10 Tietoliikennejärjestelmissä tiedonsiirrossa käytetty siirtokanava aiheuttaa usein häiriöitä tiedonsiirrolle. Häiriöitä esiintyy kaikenlaisissa järjestelmissä, mutta erityisesti langattomissa tietoliikennejärjestelmissä siirtotie vai-  
mentaa ja vääristää siirrettävää signaalia monin eri tavoin. Siirtotiellä häiriöitä aiheuttavat tyypillisesti signaalin monitie-eteneminen, erilaiset häipymät ja heijastukset sekä myöskin toiset samalla siirtotiellä siirrettävät signaalit.

- 15 Häiriöiden vaikutuksen pienentämiseksi on kehitetty erilaisia koodausmenetelmiä, joilla signaalia pyritään suojaamaan häiriöiltä ja joiden avulla pyritään myös poistamaan häiriöiden aiheuttamia virheitä signaalissa. Eräs paljon käytetty koodausmenetelmä on konvoluutiokoodaus. Konvoluutiokoodauksessa lähetettävä symboleista koostuva signaali koodataan koodisanoiksi, jotka perustuvat lähetettävien symbolien konvoluutioon joko itsensä tai  
20 jonkin toisen signaalin kanssa. Konvoluutiokoodin määrittävät koodaussuhde sekä koodauspolynomit. Koodaussuhde ( $k/n$ ) tarkoittaa tuotettujen koodattujen symbolien lukumäärää ( $n$ ) suhteessa koodattavien symbolien lukumäärään ( $k$ ). Kooderi toteutetaan usein siirtorekisterien avulla. Koodin vaikutussyvyydellä (constraint length  $K$ ) tarkoitetaan usein siirtorekisterin pituutta. Kooderia  
25 voidaan pitää tilakoneena, jossa on  $2^K$  tilaa.

- Eräs konvoluutiokoodista edelleen kehitetty koodausmenetelmä on rinnakkainen ketjutettu konvoluutiokoodaus, PCCC (Parallel concatenated convolutional code), joka tunnetaan myös turbokoodin nimellä. Eräs tapa muodostaa PCCC-koodi on käyttää kahta rekursiivista systemaattista konvo-  
30 luutiokooderia ja lomittelijaa. Konvoluutiokooderit voivat olla joko samanlaisia tai erilaisia. Tuloksena saatava koodi käsittää systemaattisen osan, joka vastaa suoraan kooderin sisäänmenossa olevia symboleita, ja kaksi pariteetti-  
osaa, jotka ovat rinnakkaisten konvoluutiokooderien ulostulot.

- Käytännön toteutuksissa on edullista, jos kooderin alku- ja lopputila  
35 ovat ennalta tunnettuja. Tästä syystä usein koodaus aloitetaan tietyistä tilasta

ja lopetetaan johonkin ennalta sovittuun tunnettuun tilaan. Koodauksessa tätä kooderin siirtämistä tunnettuun ennalta sovittuun lopputilaan kutsutaan terminoinniksi, ja siirtymisen aikana koodattavia bittejä, jotka eivät siis ole varsinaista dataa, terminointibiteiksi. Usein alkutilana on pelkkiä nollabittejä, ja samoin terminointi siirtää kooderin lopuksi takaisin nollatilaan. Näin ei kuitenkaan  
5 aina tarvitse olla laita.

Vastaanottimen tehtävänä on siis puolestaan dekoddata siirtotien yli edennyt koodattu signaali, joka usein on vääristynyt monin tavoin. Konvoluutiokoodi dekoddataan yleensä ns. tilakuvion eli trelliksen avulla, joka vastaa  
10 kooderin tilakonetta. Trelliksessä esitetään kooderin tilat ja siirtymät tilojen välillä tarvittavine koodisanoineen.

Dekooderissa on pyrkimyksenä selvittää kooderin peräkkäiset tilat eli siirtymät tiloista toiseen. Siirtymien selvittämiseksi dekodeerissa lasketaan ns. siirtometriikoita, jotka kuvaavat eri siirtymien todennäköisyyksiä. Siirtometriikat ovat verrannollisia siirtymien todennäköisyyksien logaritmeihin. Täten  
15 metriikoiden summat vastaavat todennäköisyyksien keskinäisiä tuloja. Pienet metriikat vastaavat suurta todennäköisyyttä.

Eräissä turbokoodausmenetelmissä osakoodien terminointibitit ovat osakoodikohtaisia. Tästä seuraa, että koodisanan osakoodien terminointiosat  
20 vaativat erilaisen käsittelyn kuin osakoodin muu osa. Erityisesti näin on laita, jos terminointimenetelmä ei sovelle turbokoodin lomittelijaa terminointibitteihin. Terminointibittejä vastaavia näytteitä kutsutaan terminointinäytteiksi vastaanottimen puolella; vastaanotin ei näet tunne alkuperäisiä terminointibittejä (eikä muitakaan lähetettyjä bittejä), koska siirtotie on vääristänyt vastaanotettua  
25 koodisanaa.

Yleensä turbokoodien dekodausalgoritmit eivät voi hyödyntää lomittelijan vaikutuksen ulkopuolelle jääviä vastaanotetun koodisanan näytteitä, koska ulkopuolella olevat näytteet eivät kuulu varsinaiseen turbokoodin koodisanaan. Niinpä nämä terminointibittejä vastaavat näytteet eli terminointinäyt-  
30 teet on täytynyt dekoddata eri tavalla kuin varsinaisen koodisanan näytteet.

### **Keksinnön lyhyt selostus**

Keksinnön tavoitteena on siten toteuttaa menetelmä ja menetelmän toteuttava järjestely siten, että terminointibittejä käsittävän konvoluutiokoodin dekodaus voidaan suorittaa edullisesti. Tämä saavutetaan menetelmällä tur-  
35 bokoodatun terminointibittejä käsittävän koodisanan dekoddaamiseksi, jossa menetelmässä talletetaan vastaanotetut koodisananäytteet muistiin deko-

dausta varten, viedään näytteet dekooderiin koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä, ryhmitellään terminointinäytteet koodisanan eri osien mukaisesti, jatketaan koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa siten, että jatko-osassa ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän yhden tai useamman pariteettiosan terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteet, muodostetaan nousevan järjestyksen osoite varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet ovat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteita ja suoritetaan dekooodaus laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

Keksinnön kohteena on myös järjestely turbokoodatun lomittelmattomia terminointibittejä käsittävän koodisanan dekoodaamiseksi, joka järjestely käsittää muistin vastaanotettujen koodisananäytteiden tallentamiseksi, välineet lukea näytteet dekooderiin koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä. Järjestely käsittää välineet ryhmitellä terminointinäytteet koodisanan eri osien mukaisesti, välineet jatkaa koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa siten, että jatko-osassa ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteet, välineet muodostaa nousevan järjestyksen osoite varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet ovat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteita ja välineet suorittaa dekooodaus laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla saavutetaan useita etuja. Keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaisessa järjestelyssä dekooderin ei tarvitse kohdella terminointinäytteitä poikkeustapauksina. Erityisesti keksintö on hyödyllinen sellaisten terminointimenetelmien yhteydessä, jotka eivät sovelleta turbolomittelijaa koodisanan terminointibitteihin.

Keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaisessa ratkaisussa osakoodit voidaan dekooodata samalla dekooderilla riippumatta siitä mitä osakoodia dekooodataan edellyttäen että osakoodien enkooderit ovat samat. Eri polynomeilla enkoodatut osakoodit pitää luonnollisesti dekooodata polynomeja vastaavalla dekooderilla, mutta tässäkin tapauksessa keksinnön mukainen ratkaisu yhdenmukaistaa terminointinäytteiden käsittelyn.

### Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

kuvio 1 esittää esimerkkiä konvoluutiokooderilähettimestä ja vastaanottimesta, jossa keksinnön mukaista ratkaisua voidaan soveltaa,

kuviot 2a, 2b ja 2c havainnollistavat esimerkkiä turbokooderin ja -dekooderin rakenteesta,

kuvio 3 havainnollistaa keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaista muistin käsittelyä ja

kuvio 4 havainnollistaa keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaista dekodeeriratkaisua.

### Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Viitaten kuvioon 1 tarkastellaan aluksi esimerkkiä lähetimestä 100 ja vastaanottimesta 102, joiden yhteydessä keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaista ratkaisua voidaan soveltaa. Lähetin 100 ja vastaanotin 102 kommunikoivat kuvion 1 esimerkissä radiokanavan 104 välityksellä. Lähetin 100 käsittää datalähteen 106, joka voi olla puhekooderi tai jokin muu datalähde. Datalähteen ulostulosta saadaan lähetettävä signaali 108, joka viedään kanavakooderille 110, joka tässä tapauksessa on konvoluutiokooderi, edullisesti turbokooderi. Koodatut symbolit 112 viedään modulaattorille 114, jossa signaali moduloidaan jollain tunnetulla tavalla. Moduloitu signaali viedään radiotaajuusosille 116, joissa se vahvistetaan ja antennin 118 avulla lähetetään radiotielle 104.

Radiotiellä 104 signaaliin tulee häiriöitä ja tyypillisesti myös kohinaa. Vastaanotin 102 käsittää antennin 120, jolla se vastaanottaa signaalin, joka viedään radiotaajuusosien 122 kautta demodulaattorille 124. Demoduloitu signaali viedään kanavadekodeerille 126, jossa signaalille suoritetaan keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukainen dekodaus. Dekooderilta dekoodattu signaali 128 viedään edelleen vastaanottimen muihin osiin.

Kuviossa 2a havainnollistetaan tyypillisen turbokooderin rakennetta. Kooderi käsittää kaksi kooderia 200, 202 ja lomittelijan 204. Koodattava signaali 108 viedään sellaisenaan kooderin ulostuloon. Tätä komponenttia kutsutaan koodin systemaattiseksi osaksi S. Koodattava signaali viedään sellaisenaan myös ensimmäiselle kooderille A 200 ja lomittelijalle 204. Lomitettu signaali viedään toiselle kooderille B 202. Ensimmäisen kooderin ulostulosig-

naalia P1 ja toisen kooderin ulostulosignaalia P2 kutsutaan koodin pariteettiosiksi; P1 on nousevan järjestyksen pariteetti ja P2 on lomitettun järjestyksen pariteetti. Nouseva järjestys tarkoittaa sitä osoitejärjestystä jossa bitit menevät kooderiin A 200. Lomitettu järjestys on se järjestys jossa bitit menevät kooderiin B 202. Kooderit A ja B voivat olla joko samanlaisia tai erilaisia. Niiden rakenne on tunnetun tekniikan mukainen.

Tarkastellaan erästä esimerkkiä kooderin rakenteesta tarkemmin kuvion 2b avulla erityisesti terminoinnin kannalta. Tyypillisesti sekä ensimmäinen että toinen kooderi 200, 202 koostuvat siirtorekisteristä eli peräkkäisistä muistipaikoista 206 - 216, joiden välillä on erilaisia kytkentöjä joko suoraan tai summaus- tai vähennysvälineiden 218 - 232 kautta. Tässä esimerkissä molemmat kooderit ovat samanlaisia, mutta näinhän ei välttämättä aina ole laita. Varsinaisten koodisanan databittien loputtua saatetaan kooderi samaan tilaan kuin koodisanan alussa. Tämä terminointi tapahtuu esimerkiksi kuvion mu-  
 15 kaista ratkaisua käyttäen, jossa kooderin takaisinkytkentälinja 234, 236 vie-  
 dään kooderin sisäänmenoon kytkimen 238, 240 avulla. Ensin kooderin 200  
 kytkin 238 laitetaan terminointiasentoon, eli siten että takaisinkytkentälinjasta  
 234 on myös yhteys kooderin 200 sisääntuloon. Erityisesti xor-summain 218  
 saa sisääntuloonsa kaksi samanlaista bittiä, joten tuloksena on nollabitti. Sa-  
 20 man aikaisesti kooderi 202 on pysähdyksissä. Kolmen kierroksen jälkeen koo-  
 deri 200 pysäytetään ja kooderi 202 asetetaan terminointitilaan eli sen takaisin-  
 kytkentälinja 236 yhdistetään kytkimellä 240 kooderin 202 sisääntuloon ja  
 systemaattiset bitit otetaan ulostulosta S2. Niin ikään kolmen kierroksen jäl-  
 keen kooderi 202 on asettunut nollatilaan.

25 Jos muistielementtien 206, 208, ja 210 sisältö kooderin 200 termi-  
 noinnin alussa on (a,b,c) on lopputulos seuraava:

(systemaattinen osa)  $S: b \text{ xor } c, a \text{ xor } b, a;$

(pariteettiosa)  $P1: a \text{ xor } c, \quad b, a.$

Vastaava tulos pätee kooderille 202, mutta systemaattiset bitit ote-  
 30 taan ulos kohdasta S2. Terminoinnin yhteydessä saatuja systemaattisia bittejä  
 kutsutaan kyseisiä pariteettibittejä vastaaviksi systemaattisiksi terminointibi-  
 teiksi. Terminointibittien järjestys koodisanan lopussa voi olla esim. seuraa-  
 vasti:

35  $S_N, P1_N, S_{N+1}, P1_{N+1}, S_{N+2}, P1_{N+2}, S2_N, P2_N, S2_{N+1}, P2_{N+1}, S2_{N+2}, P2_{N+2};$

missä N on koodattavien databittien lukumäärä.

Kuviossa 2c havainnollistetaan tyypillisen turbodekooderin yleistä rakennetta 1/3 koodin tapauksessa. Dekooderiin tulee sisäänmenona koodin systemaattinen osa  $S_k$  ja pariteettiosat  $P1_k$  ja  $P2_k$ . Dekooderi käsittää kaksi de-  
 5 kooderiyksikköä, ensimmäisen yksikön A 242 ja toisen yksikön B 244. Ensimmäiselle yksikölle tulee sisäänmenona koodin systemaattinen osa  $S_k$ , pariteettiosa  $P1_k$  sekä ulkoinen painokerroin  $UP_k$  edelliseltä iteraatiokierrokselta. Painokerroin tulee toisen yksikön B 244 ulostulosta lomituksenpurkajan 246 kautta. Ensimmäisen yksikön A 242 ulostulossa on uusi ulkoinen painokerroin  $UP_k$ , joka viedään sisäänmenoksi toiselle yksikölle 244 lomittelijan 248 kautta,  
 10 sekä pehmeän päätöksen käsittävä ulostulo A, joka viedään vastaanottimen muihin osiin tarpeen mukaan. Toiselle yksikölle B tulee lisäksi sisäänmenona koodin systemaattinen osa  $S_k$  lomittelijan 250 kautta sekä pariteettiosa  $P2_k$ . Yksikön ulostulona on uusi ulkoinen painokerroin  $UP_k$ , joka viedään lomituksenpurkajan 246 kautta ensimmäiselle yksikölle 242 sekä pehmeän ja kovan  
 15 päätöksen käsittävä ulostulo B, joka viedään vastaanottimen muihin osiin tarpeen mukaan.

Käytännön toteutuksessa lomittelijat 248 ja 250 on usein toteutettu yhdellä lomittelijalla. Dekooderi voidaan myös toteuttaa rinnakkaisena toteutuksena. Tällöin dekoderyksiköt 242 ja 244 ovat toteutettu rinnakkaisilla de-  
 20 koodereilla.

Dekoderyksiköissä suoritettava MaxLogMap-laskenta koostuu kolmesta pääosasta: eteenpäin menevä polkumetriikoiden laskenta, taaksepäin peruuttava polkumetriikoiden laskenta ja eteen- ja taaksepäin laskettujen polkumetriikoiden yhdistäminen uuden ulkoisen painokertoimen ja pehmeän ja  
 25 kovan päätöksen laskemiseksi. Uusi ulkoinen painokerroin viedään sisäänmenoparametriksi seuraavalle iteraatiokierrokselle kun taas pehmeän päätöksen etumerkistä tehdään kova bittipäätös.

Tarkastellaan seuraavaksi esimerkkiä dekooderin toiminnasta terminointinäytteiden käsittelyn yhteydessä. Vastaanottimessa vastaanotetut  
 30 koodisananäytteet talletetaan muistiin dekodestausta varten. Näytteet viedään dekoderiin koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä. Koodi muodostuu useasta osakoodista, kuten systemaattisesta osasta ja pariteettiosista. Keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa terminointinäytteet ryhmitellään koodisanan eri osien mukaisesti. Edelleen, kun laske-  
 35 taan ulkoisia painokertoimia, sijoitetaan eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat ulkoiset painokertoimet varsinaisen koodisanan ulkoisten painoker-



toimien jälkeen. Koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa jatketaan siten, että jatk-  
 ketussa osassa ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän pariteetin terminointinäyt-  
 teitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painoker-  
 toimien osoitteet. Nousevan järjestyksen osoite-avaruutta jatketaan lisäämällä  
 5 jatko-osaan nousevan järjestyksen pariteetin terminointinäytteitä vastaavien  
 systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteet.

Tyypillisesti turbokoodi voidaan dekodata vuoron perään osakoo-  
 deittain iteratiivisesti. Osakoodin dekodaus käyttää MaxLogMap:n, LogMap:n  
 tai Map:n yhteydessä osakoodin määräämässä järjestyksessä systemaattisia  
 10 koodisanan näytteitä, osakoodin pariteettiosan näytteitä ja edelliseltä kierrok-  
 selta saatavia ulkoisia painokertoimia. Turbokoodia dekodataan sekä suo-  
 rassa että lomitetussa järjestyksessä ja osadekodaus voi tapahtua joko rin-  
 nakkain tai peräkkäin. Olkoon turbokoodin lomittelijan pituus  $N$  ja koodaamat-  
 tomien bittien numerointi  $0, 1, \dots, N - 1$ . Merkitään suorassa järjestyksessä en-  
 15 koodatun osakoodisanan terminointibittien lukumäärää  $A$ :lla, joka on yhtä kuin  
 käytetyn enkooderin muistin pituus ja lomitetussa järjestyksessä enkoodatun  
 osakoodin terminointibittien lukumäärää  $B$ :llä. Näin ollen koodisanan koko-  
 naispituus terminointibitit mukaan lukien on  $3*N+2*A+2*B$ , josta varsinaisen  
 koodisanan pituus on  $3*N$ . Kunkin koodisanan osan pituus ilman terminointi-  
 20 bittejä on  $N$ .

Tarkastellaan esimerkkiä nousevan järjestyksen ja lomitetun järjes-  
 tyksen jatkamisesta. Dekoodatessa suorassa järjestyksessä osoitteet ulkoisille  
 painokertoimille, systemaattiselle ja pariteettiosille menevät seuraavasti:

upk:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N, N + 1, \dots, N + A - 1$ ;  
 25 sys:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N, N + 1, \dots, N + A - 1$ ;  
 par:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N, N + 1, \dots, N + A - 1$ .

Nousevan järjestyksen osoiteavaruuden jatko-osa on korostetusti tummen-  
 nettu ja kursiiivilla

Dekoodatessa lomitetussa järjestyksessä osoitteet ulkoisille paino-  
 30 kertoimille, systemaattiselle ja pariteettiosille ovat:

upk:  $F(0), F(1), \dots, F(N - 1), F(N), F(N + 1), \dots, F(N + B - 1)$ ;  
 sys:  $F(0), F(1), \dots, F(N - 1), F(N), F(N + 1), \dots, F(N + B - 1)$ ;  
 par:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N, N + 1, \dots, N + B - 1$ ;

missä  $F$  tarkoittaa lomittelijaa ja  $F$  jatko-osaa, jonka sisältö voi olla esimerkiksi:  
 35  $F(N) = N + A$ ;  $F(N + 1) = N + A + 1$ ; ...;  $F(N + B - 1) = N + A + B - 1$ .

Tässä keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa oletetaan, että osakoodien terminoinnin systemaattinen osa on laitettu varsinaisen systemaattisen osan jälkeen muistiin kuten kuviossa 3 on esitetty. Toisin sanoen, nousevan järjestyksen pariteettiosaa vastaavat systemaattiset terminointinäytteet (314) ovat välittömästi varsinaisen koodisanan systemaattisten näytteiden perässä ja sitten tulevat lomitettua pariteettiosaa vastaavat systemaattiset terminointinäytteet (316). Turbodekooderin laskemien ulkoisten painokertoimien osoitteet voidaan generoida kuten systemaattisen osan osoitteet.

Tarkastellaan toisenlaista tapaa jatkaa nousevaa ja lomitettua järjestystä: lomitetun järjestyksen systemaattiset terminointinäytteet sijoitetaan heti varsinaisten systemaattisen näytteiden jälkeen. Nyt dekoodatessa suorassa järjestyksessä osoitteet ulkoisille painokertoimille, systemaattiselle ja pariteettiosille menevät seuraavasti:

upk:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N + B, N + B + 1, \dots, N + B + A - 1$ ;  
 sys:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N + B, N + B + 1, \dots, N + B + A - 1$ ;  
 par:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N + B, N + B + 1, \dots, N + B + A - 1$ .

Nousevan järjestyksen osoiteavaruuden jatko-osa on korostetusti tummennettu ja kursivilla. Tämä eroaa edellisen esimerkin vastaavasta kohdasta.

Dekoodatessa lomitetussa järjestyksessä osoitteet ulkoisille painokertoimille, systemaattiselle ja pariteettiosille ovat:

upk:  $F(0), F(1), \dots, F(N - 1), F(N), F(N + 1), \dots, F(N + B - 1)$ ;  
 sys:  $F(0), F(1), \dots, F(N - 1), F(N), F(N + 1), \dots, F(N + B - 1)$ ;  
 par:  $0, 1, 2, \dots, N - 1, N, N + 1, \dots, N + B - 1$ ;

missä  $F$  tarkoittaa lomittelijaa ja  $F$  jatko-osaa, jonka sisältö tällä kertaa voi olla esimerkiksi:

$F(N) = N$  ;  $F(N + 1) = N + 1$ ; ...;  $F(N + B - 1) = N + B - 1$ ;

mikä eroaa edellisestä esimerkistä, koska systemaattiset terminointinäytteet ovat ryhmitelty erilailla. Alan ammattimiehelle on selvää, että muitakin mahdollisuuksia on.

Tarkastellaan kuviota 3, joka havainnollistaa näytteiden sijoittelua muistiin. Ylin rivi 300 käsittää siis ulkoiset painokertoimet eli turbotakaisinkytkennän lukuarvot, sitten järjestyksessä systemaattisen osan 302 S, ensimmäisen pariteettiosan 304  $P1_k$  ja toisen pariteettiosan 306  $P2_k$  näytteet. Toiseksi viimeinen rivi 308 havainnollistaa turbolomittelijaa ja sen jatko-osaa 322. Viimeinen rivi 324 nousevaa järjestystä sekä sen jatko-osaa 326. Tässä

oletetaan, että alkuperäisen koodaamattoman datan pituus on  $N$  bittiä ja että turboenkooderin muistin pituus on kolme, kuten kuvassa 2b. Muistipaikoissa  $0, 1, \dots, N-1$  on siis varsinainen koodisana, johon sovelletaan turbolomittelijaa sellaisenaan. Kolmannella rivillä 304 muistipaikoissa  $310 (P1T_0 - P1T_2)$  on ensimmäisen pariteettiosan eli nousevan järjestyksen pariteetin terminointinäytteet. Neljännellä rivillä 306 muistipaikoissa  $312 (P2T_3 - P2T_5)$  on toisen pariteettiosan eli lomittelijaan liittyvän pariteetin terminointinäytteet. Toisella rivillä 302 muistipaikoissa  $314 (T_0 - T_2)$  on ensimmäisen pariteettiosan terminointinäytteitä vastaavat systemaattisen osan näytteet, ja vastaavasti muistipaikoissa  $316 (T_3 - T_5)$  on toisen pariteettiosan terminointibittejä vastaavat systemaattisen osan näytteet. Edelleen, ensimmäisellä rivillä 300 paikoissa  $318 (UPT_0 - UPT_2)$  on ensimmäisen pariteettiosan terminointinäytteitä vastaavat ulkoiset painokertoimet ja paikoissa  $320 (UPT_3 - UPT_5)$  on toisen pariteettiosan terminointinäytteitä vastaavat ulkoiset painokertoimet.

Keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa siis jatketaan koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa siten, että jatketuissa osassa ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteet. Nousevan järjestyksen osoite muodostetaan varsinaisen datan näytteiden jälkeen siten, että osoitteet ovat nousevan järjestyksen pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ja ulkoisten painokertoimien osoitteita. Täten dekodaus toteutetaan laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

Keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa lomittelijaa tai lomittelijoita mikäli niitä on useita, ja nousevaa järjestystä jatketaan siten, että kukin jatko-osa osoittaa koodin systemaattisen osan näytteen ja ulkoisen painokertoimen paikan samassa järjestyksessä kuin terminointi on suoritettu.

Tarkastellaan seuraavaksi kuviota 4, jossa havainnollistetaan esimerkkiä keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisesta järjestelystä. Kuviossa on esitetty muisti 400 vastaanotettujen koodisananäytteiden tallentamiseksi. Muisti käsittää omat lohkot systemaattiselle osalle 402, ensimmäiselle ja toiselle pariteettiosalle 404, 406, sekä toistuvasti laskettavalle ulkoiselle painokertoimelle 408. Järjestely käsittää edelleen multiplekseri- ja ohjausyksikön 410, joka on sovitettu lukemaan näytteet dekodoriin 412 muisteista 402 - 408

koodin rakenteen ja koodausvaiheen edellyttämässä järjestyksessä. Dekooderista dekoodatut bitit 416 viedään edelleen vastaanottimen muihin osiin.

- Ohjausyksikkö 410 lukee dekoodattavan koodisanan näytteet muisteista 402 - 408 koodisanan eri osien mukaisesti. Muisteihin 404 ja 406 on sijoitettu pariteettiosien terminointinäytteet varsinaisen koodisanan pariteettien näytteiden jälkeen. Muistiin 402 on puolestaan sijoitettu systemaattisen osan eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat näytteet varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen. Laskettaessa ulkoista painokerrointa, dekooderille menevä vanha ulkoinen painokerroin ja dekooderilta tuleva uusi ulkoinen painokerroin sijoitetaan muistiin 408. Lomitteluyksiköltä 414 tulee osoiteinformaatio lomituksen vaatimasta osoitteista, eli siitä missä järjestyksessä lomitettut näytteet viedään dekooderille. Ohjausyksikkö 410 jatkaa lomittelijaa siten, että jatkatussa osassa ovat kulloinkin käytettävän pariteettiosan terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten ja ulkoisten painokertoimien osoitteet. Ohjausyksikkö 410 jatkaa nousevan järjestyksen osoiteavaruutta varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet ovat nousevan järjestyksen pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden ulkoisten painokertoimien osoitteita.

- Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

## Patenttivaatimukset

1. Menetelmä turbokoodatun terminointibittejä käsittävän koodisanan dekodoodamiseksi, jossa menetelmässä

5 talletetaan vastaanotetut koodisananäytteet muistiin (400) dekodoodausta varten,

viedään näytteet dekooderiin (412) koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä,

t u n n e t t u siitä, että

10 ryhmitellään terminointinäytteet koodisanan eri osien mukaisesti, jatketaan koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa (414) siten, että jatko-osassa (322) ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän yhden tai useamman pariteettiosan terminointinäytteitä (312) vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden (316) ja ulkoisten painokertoimien osoitteet (320),

15 muodostetaan nousevan järjestyksen osoite varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet (326) ovat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä (310) vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden (314) ja ulkoisten painokertoimien (318) osoitteita ja

20 suoritetaan dekodoodaus laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eri pariteettiosien terminointinäytteitä (310) ja (312) vastaavat systemaattiset terminointinäytteet (314, 316) sijoitetaan muistiin (402) varsinaisen koodisanan systemaattisten terminointinäytteiden jälkeen.

25 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eri pariteettiosien terminointinäytteitä (310) ja (312) vastaavat ulkoiset painokertoimet (318, 320) sijoitetaan muistiin (408) varsinaisen koodisanan ulkoisten painokertoimien jälkeen.

30 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että nousevaa järjestystä ja koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa jatketaan siten, että kukin jatko-osa osoittaa koodin terminointiosan systemaattisten näytteiden ja ulkoisten painokertoimien paikat samassa järjestyksessä kuin terminointi on suoritettu.

35 5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eri pariteettiosien terminointinäytteet on ryhmitelty muistiin (404, 406) heti varsinaisten pariteettinäytteiden jälkeen.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että systemaattisen osan (402) näytteiden lopussa on eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset terminointinäytteet peräkkäisessä järjestyksessä kunkin pariteettiosan mukaan ryhmittäin.

5 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että systemaattisen osan (402) näytteiden lopussa on eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset terminointinäytteet ryhmitelty siten, että ensin tulevat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset näytteet ja näiden jälkeen kunkin lomittelijan pariteetin tai pariteettien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset  
10 näytteet pariteettiosien mukaan ryhmiteltynä.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ulkoisten painokertoimien muisti on ryhmitelty samoin kuin systemaattisten näytteiden muisti terminointiosuus mukaan lukien.

15 9. Järjestely turbokoodatun lomittelemattomia terminointibittejä käsittävän koodisanan dekoddaamiseksi, joka järjestely käsittää muistin (400) vastaanotettujen koodisananäytteiden tallentamiseksi, välineet (410) lukea näytteet dekoodeeriin koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä,

20 tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410, 402, 404, 406) ryhmitellä terminointinäytteet koodisanan eri osien mukaisesti,

välineet (410) jatkaa koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa (414) siten, että jatko-osassa ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden  
25 ja ulkoisten painokertoimien osoitteet,

välineet (410) muodostaa nousevan järjestyksen osoite varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet (326) ovat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä (310) vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden (314) ja ulkoisten painokertoimien (318) osoitteita ja  
30

välineet (410, 412) suorittaa dekoddaus laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) sijoittaa eri pariteettiosien terminointinäytteitä (310) ja (312) vastaavat systemaattiset terminointinäytteet (314, 316)  
35

muistiin (402) varsinaisen koodisanan systemaattisten terminointinäytteiden jälkeen.

5 11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) sijoittaa eri pariteettiosien terminointinäytteitä (310) ja (312) vastaavat ulkoiset painokertoimet muistiin (408) varsinaisen koodisanan ulkoisten painokerrointen jälkeen.

10 12. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410, 414) jatkaa koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa siten, että kukin jatko-osa osoittaa koodin terminointiosan systemaattisten näytteiden ja ulkoisten painokertoimien paikat samassa järjestyksessä kuin terminointi on suoritettu.

15 13. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) järjestää eri pariteettiosien terminointinäytteet muistiin (404, 406) heti varsinaisten pariteettinäytteiden jälkeen.

20 14. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) järjestää muistiin (402) systemaattisen osan näytteiden loppuun eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset terminointinäytteet peräkkäisessä järjestyksessä kunkin pariteetti-osan mukaan ryhmittäin.

25 15. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) järjestää systemaattisen osan (402) näytteiden loppuun eri pariteettiosien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset terminointinäytteet siten ryhmiteltyinä, että ensin tulevat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset näytteet ja näiden jälkeen kunkin lomittelijan pariteetin tai pariteettien terminointinäytteitä vastaavat systemaattiset näytteet pariteettiosien mukaan ryhmiteltynä.

30 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että järjestely käsittää välineet (410) järjestää ulkoisten painokertoimien muisti samoin kuin systemaattisten näytteiden muisti terminointiosuus mukaan lukien.

**(57) Tiivistelmä**

Keksinnön kohteena on järjestely sekä menetelmä turbo-koodatun terminointibittejä käsittävän koodisanan dekooodaamiseksi, jossa menetelmässä talletetaan vastaanotetut koodisananäytteet muistiin (400) dekooodausta varten, vietään näytteet dekooderiin (412) koodin rakenteen edellyttämässä järjestyksessä. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa terminointinäytteet ryhmitellään koodisanan eri osien mukaisesti, jatketaan koodin yhtä tai useampaa lomittelijaa (414) siten, että jatko-osassa (322) ovat kuhunkin lomittelijaan liittyvän pariteettiosan terminointinäytteitä (312) vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden (316) ja ulkoisten painokertoimien osoitteet (320). Nousevan järjestyksen osoite muodostetaan varsinaisen koodisanan näytteiden jälkeen siten, että jatko-osan osoitteet (326) ovat nousevan järjestyksen yhden tai useamman pariteetin terminointinäytteitä (310) vastaavien systemaattisten terminointinäytteiden (314) ja ulkoisten painokertoimien (318) osoitteita. Dekoodaus suoritetaan laajennettua nousevaa osoitteenmuodostusta ja yhtä tai useampaa jatkettua lomittelijaa käyttäen.

(Kuvio 3)



340101 030114

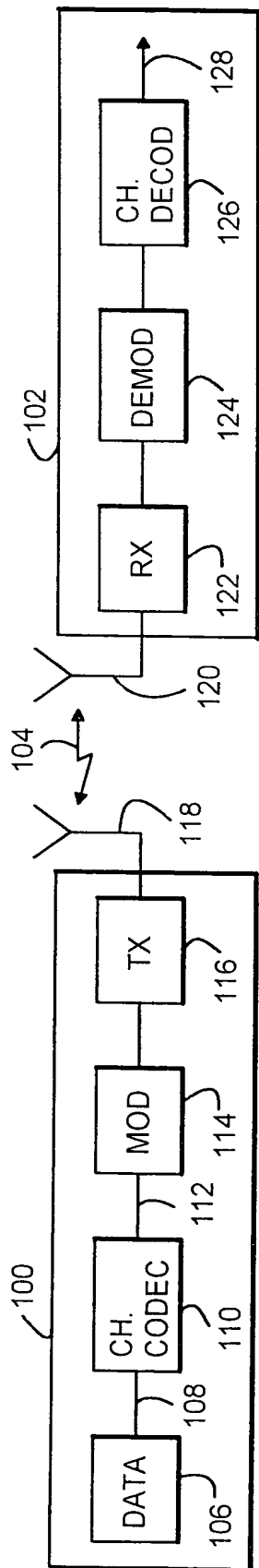


Fig. 1

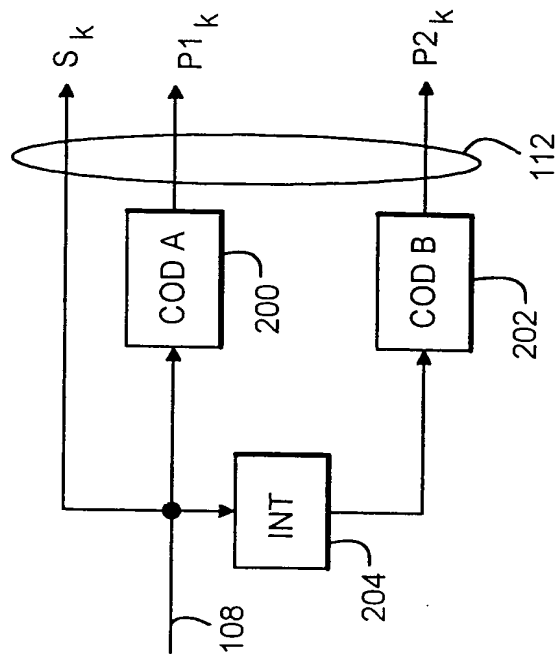


Fig. 2a

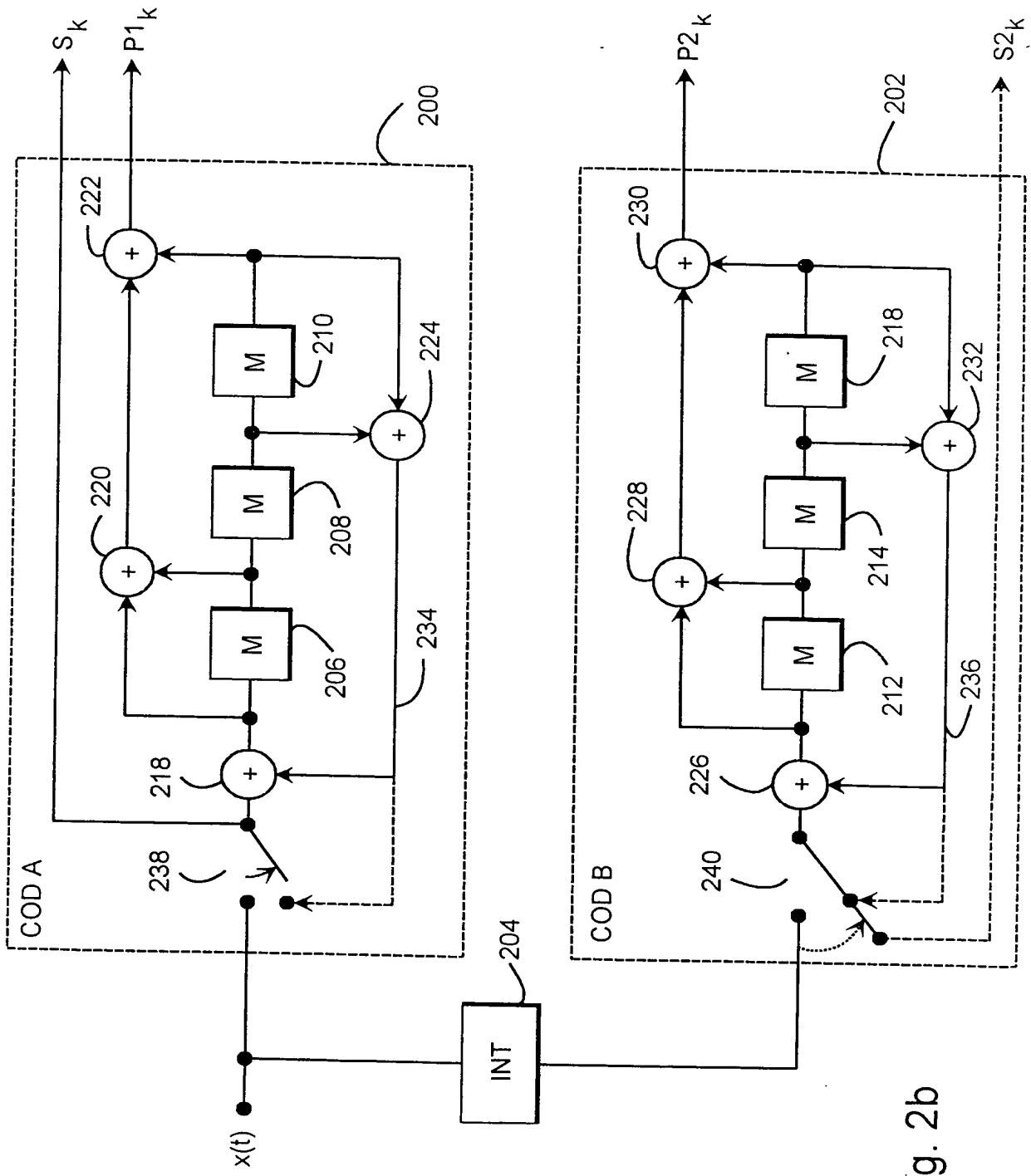


Fig. 2b

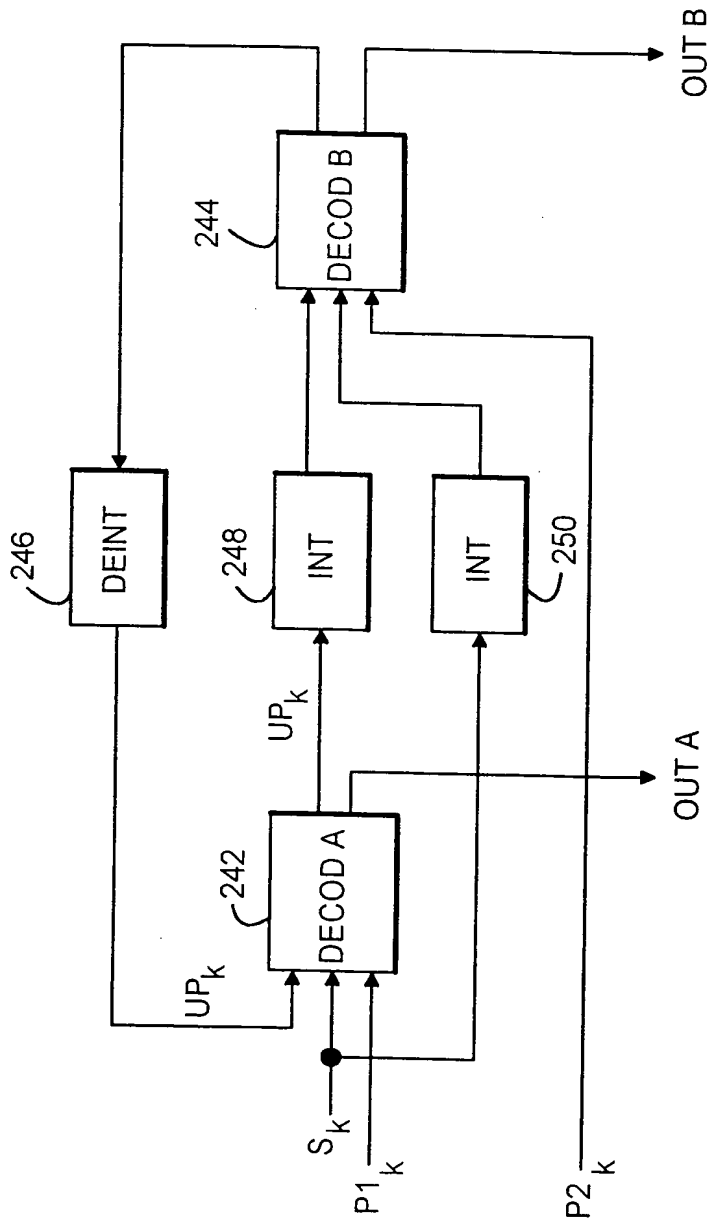


Fig. 2c

340101 000107

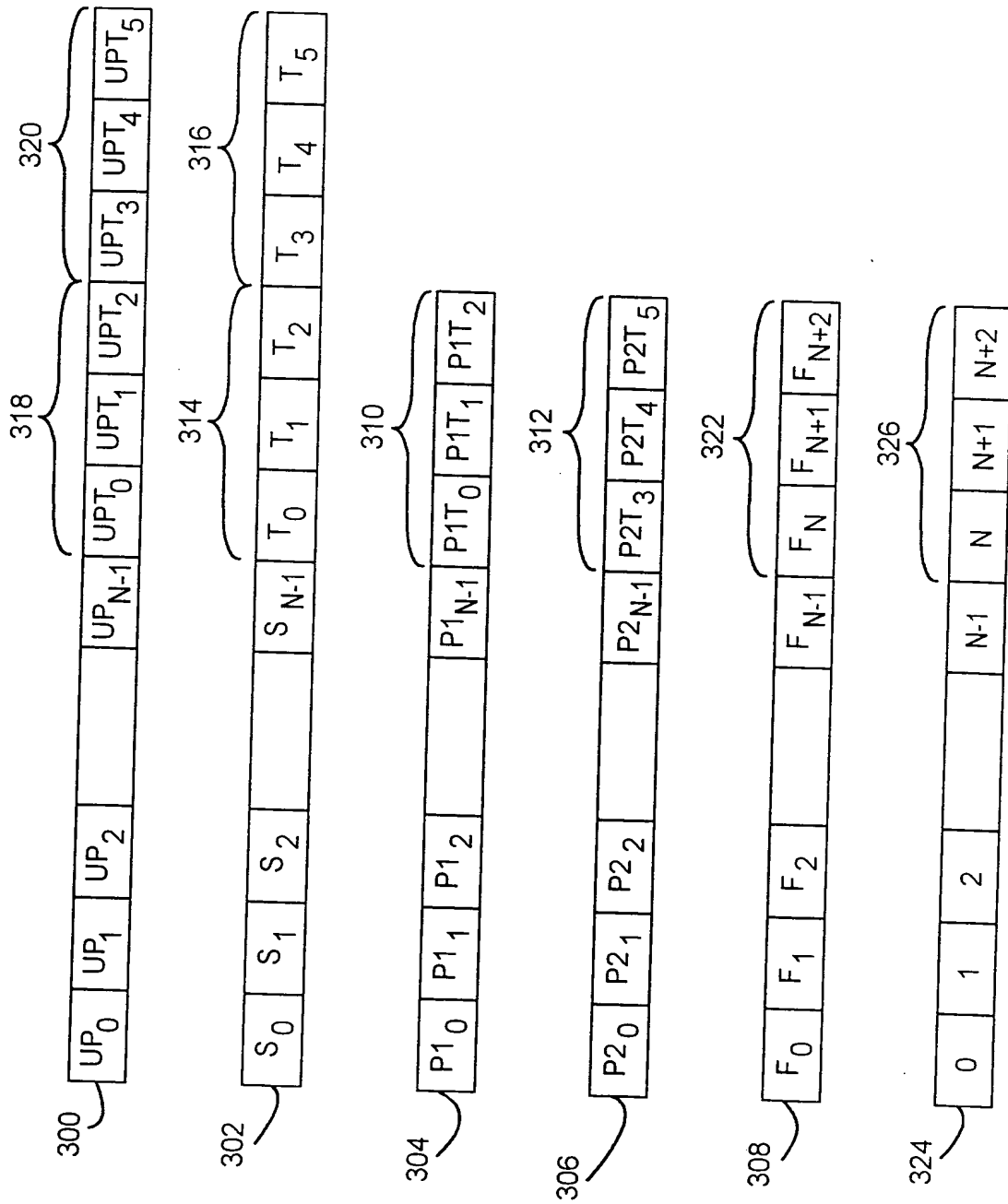


Fig. 3

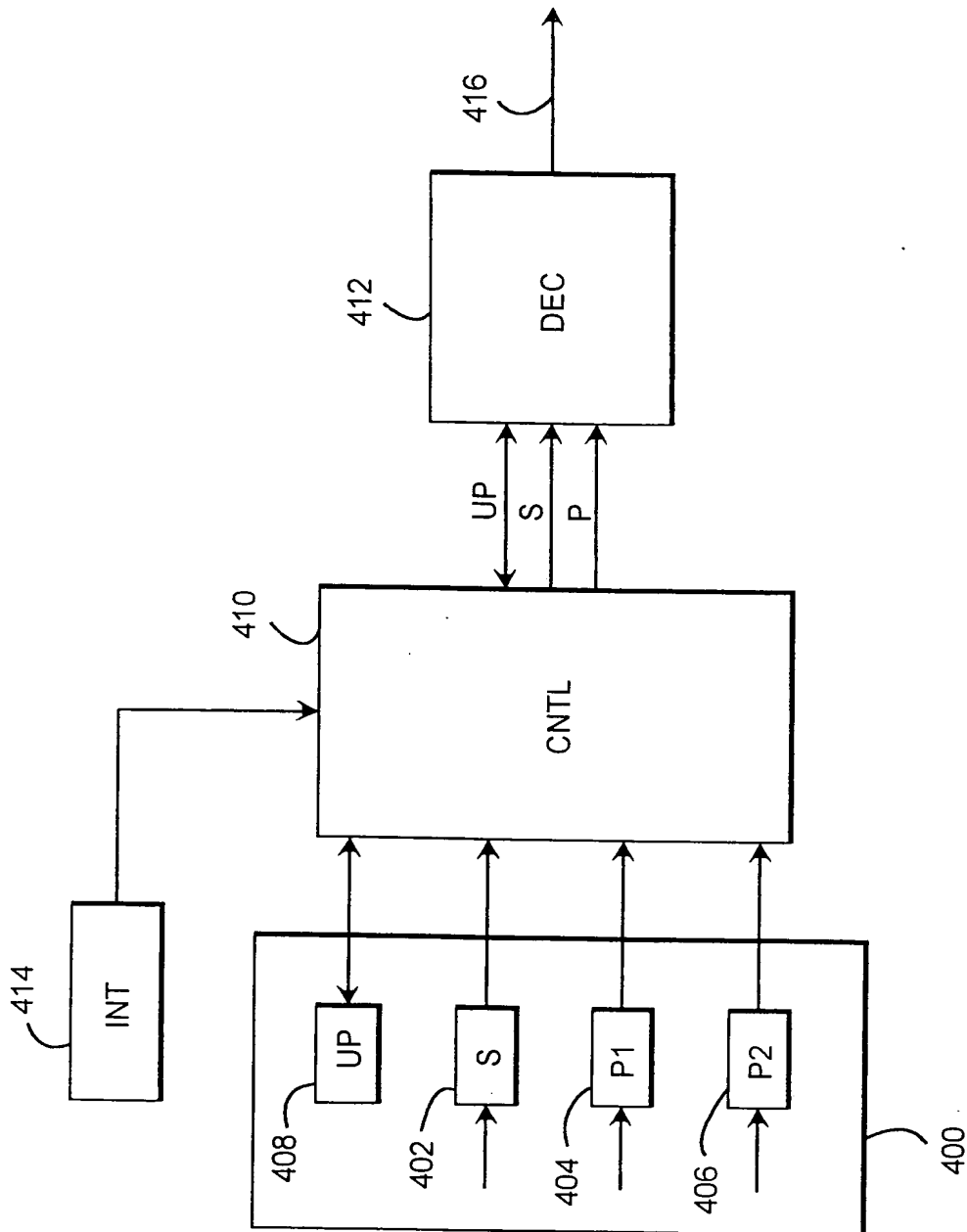


Fig. 4